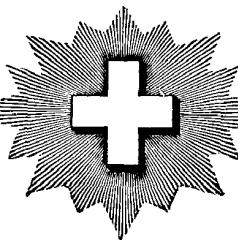


BUREAU FÉDÉRAL DE LA



PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

## EXPOSÉ D'INVENTION

Publié le 17 août 1925

**N° 111407**(Demande déposée: 25 août 1924, 20 h.)  
(Priorité: France, 27 septembre 1923.)Classe **72 a****BREVET PRINCIPAL**

ÉTABLISSEMENTS Léon HATOT, Paris (France).

**Horloge électro-magnétique de petites dimensions.**

L'invention décrite ci-dessous a pour objet une horloge électro-magnétique de petites dimensions du type connu dans lequel le pendule porte un aimant en forme d'arc de cercle dont l'une des extrémités pénètre à chaque oscillation dans une bobine alimentée périodiquement au moyen d'une pile et d'un interrupteur actionné par le pendule.

Dans les horloges de ce type que l'on a réalisées jusqu'à ce jour, une bonne précision n'a pu être obtenue qu'avec des horloges d'assez grandes dimensions comportant un pendule ayant environ 30 à 40 cm de longueur et un poids total de plus de 200 gr environ. L'invention a pour objet de réaliser avec une bonne précision une horloge dont le pendule a une longueur d'environ 10 cm ou inférieure et un poids total d'environ 50 gr ou inférieur.

Dans les horloges de grandes dimensions existant actuellement, l'isochronisme est obtenu par l'un ou l'autre des procédés suivants:

1<sup>o</sup> Le contact est fermé pendant toute la durée des oscillations dans un sens déterminé et l'effort moteur se produit pendant à peu près toute cette durée; dans ce cas, si pour

une cause extérieure au pendule la durée d'oscillation du pendule et par suite sa vitesse, pendant que se produit l'effort moteur, augmente ou diminue, la force contre électromotrice induite dans la bobine varie dans le même sens et fait donc varier l'intensité du courant moteur dans le sens voulu pour que la variation d'effort moteur qui en résulte corrige la variation qui s'est produite dans le mouvement du pendule. Toutefois, pour que cet effet compensateur se produise automatiquement, dans de bonnes conditions, il faut que le rendement du moteur électromagnétique constitué par l'aimant et la bobine soit voisin de l'unité, de façon que la force contre électromotrice ait une valeur assez grande par rapport aux résistances passives;

2<sup>o</sup> La durée de l'effort moteur est réglée par le fait que le pendule porte un contact qui n'est établi que pendant une partie bien déterminée de la course motrice, de sorte que si la vitesse du pendule augmente ou diminue, la durée de l'effort moteur varie dans le même sens et la compensation se produit; pour que cette

durée de contact soit bien précise, il est nécessaire que le contact soit à une assez grande distance de l'axe d'oscillation du pendule et par suite, en raison de la pression assez élevée qui est nécessaire pour obtenir un bon contact, ce dispositif introduit dans l'horloge une assez grande résistance.

Aucun de ces dispositifs ne permet de réaliser une horloge de petites dimensions.

En effet, dans ce cas, le rendement du moteur électro-magnétique et par suite la force contre électromotrice sont forcément très faibles du fait que les dimensions et poids de la bobine et de l'aimant sont très réduits de sorte que si l'on adoptait le premier dispositif, les variations de la force contre électromotrice donneraient une correction insuffisante.

Dans le cas du deuxième dispositif, un contact à grande distance de l'axe d'oscillation du pendule est impossible à adopter pour les petites horloges à cause de sa trop grande résistance et de la diminution de rendement qu'il introduirait.

Une petite horloge de bonne précision est réalisée d'après l'invention en combinant un dispositif à effort moteur ne s'exerçant qu'aux environs de la verticale grâce à une bobine de faible longueur et à un aimant ayant son pôle dans la bobine au passage de la verticale avec un dispositif de freinage électro-magnétique croissant rapidement avec l'amplitude des oscillations et avec un interrupteur fermé pendant toute la durée des oscillations d'un sens déterminé, placé très près de l'axe d'oscillation du pendule (la précision de l'ouverture et de la fermeture du contact n'ayant pas d'importance en raison du fait que l'effort moteur est indépendant de la durée du contact et ne s'exerce qu'aux environs de la verticale), et n'introduisant qu'une faible résistance mécanique.

Un tel interrupteur pourra comporter, par exemple, des petites tiges parallèles de poids inférieur à environ 1 gr, portées par un axe pivoté avec freinage sur le pendule près de l'axe de rotation de celui-ci, et placées entre deux contacts fixes disposés à une distance

de l'axe de rotation du pendule inférieure à environ 5 mm et dont l'un est intercalé dans le circuit électrique, le pivotement de l'axe portant les petites tiges, sur le pendule, pouvant se faire par exemple dans un étrier formant le haut du pendule et qui porte également le cliquet qui fait avancer la roue à rochet commandant le mécanisme, un ressort à lame amenant le courant à l'interrupteur et appuyant sur le bout de cet axe, sur une petite surface; l'autre extrémité de cet axe formant surface de frottement contre l'autre branche de l'étrier qui est pourvue de rigoles concentriques à l'axe de façon que le frottement se fasse sur une surface annulaire huilée, d'environ 2 mm de largeur. Le dispositif de freinage électro-magnétique peut être constitué, par exemple, par une deuxième bobine en série avec la première et ayant une polarité inverse, par une bobine en court-circuit ou encore par un tube métallique placés de telle façon que l'un des pôles de l'aimant y pénètre au moment où le pendule arrive à son plus grand éloignement normal de la verticale.

Une forme d'exécution d'une pendulette conforme à l'invention est représentée, à titre d'exemple, aux dessins annexés, dans lesquels:

La fig. 1 est une coupe suivant un plan diamétral vertical  $M-N$  (fig. 2) passant par l'axe d'articulation du pendule;

La fig. 2 est une vue de face du mécanisme, le cadran étant supposé enlevé;

La fig. 3 est une vue en élévation montrant la pile ainsi que les organes permettant sa fixation et le réglage et le transport facile; le couvercle arrière de la pendule est supposé enlevé;

La fig. 4 est une coupe transversale suivant la ligne  $R-S$  de la fig. 3 montrant en détail les organes de connexion de la pile;

La fig. 5 est une vue détaillée à grande échelle de la suspension du pendule, du dispositif interrupteur commandé par le pendule et de l'encliquetage assurant la commande du train d'engrenage actionnant les aiguilles;

La fig. 6 est une coupe suivant la ligne  $U-V$  de la fig. 5;

Les fig. 7 et 8 sont des vues de deux pièces du dispositif interrupteur;

La fig. 9 est une vue montrant la disposition des boucles d'articulation du pendule;

La fig. 10 est une vue schématique montrant le fonctionnement de la suspension;

La fig. 11 est une coupe suivant un plan passant par l'axe d'articulation du pendule, montrant une variante de réalisation de l'interrupteur de la pendule;

La fig. 12 est une coupe suivant le plan *m—n* de la fig. 11, de certains organes représentés fig. 11;

La fig. 13 est une vue perspective de ces organes;

La fig. 14 est une coupe verticale montrant le montage du mouvement dans une cage de pendule, avec un dispositif de réglage magnétique disposé sur la porte arrière;

La fig. 15 est une vue arrière de la pendule qui est représentée en coupe fig. 14.

La pendulette est constituée par une boîte cylindrique *A* dont la face avant est constituée par le cadran et qui renferme l'ensemble du mécanisme;

Le pendule est représenté sur les fig. 1, 2, 5 et 6. Il est constitué par une bande de métal 1, de préférence de métal invar, portant à son extrémité inférieure un aimant 2 ayant la forme d'un arc de cercle ayant pour centre l'axe d'oscillation du pendule. Cet aimant est fixé sur la bande 1 au moyen d'un collier de serrage 3. La bande 1 est fixée à une pièce 4 en forme d'*U* renversé au moyen de la vis 5. Cette vis maintient en même temps une boucle 6 en fil d'acier très dur ayant la forme représentée à grande échelle en perspective sur la fig. 9. Cette boucle porte deux parties *a* s'encastrant exactement dans des trous de la bande 1, de sorte qu'elle est très solidement fixée et ne peut bouger. De l'autre côté de la pièce 4 est fixée une plaque d'acier trempé 7 au moyen de la vis 5' serrant également une boucle 6' identique à la boucle 6. Ces boucles 6 et 6' s'engagent dans deux autres boucles identiques 8 et 8' disposées suivant un plan vertical perpendiculaire à celui des boucles 6

et 6'. Les boucles 8 et 8' sont serrées entre deux équerres 9 et 9' au moyen de vis 10 et 10'. Ces équerres constituent le support fixe du pendule et elles sont fixées sur la plaque 11 qui forme la face avant de la boîte *A*. Le cadran 12 est fixé sur cette plaque 11 qui porte tous les organes de la pendulette.

Le doigt mobile de l'interrupteur, articulé sur le pendule, est constitué par la vis 13 (fig. 5 et 6) portant une petite bague en métal peu oxydable 14. La vis 13 est vissée au travers d'un axe 14 pivotant dans des trous de la pièce 4. A l'une des extrémités de cet axe est engagée une cheville 16 sur laquelle appuie en bout un ressort à lame 17 exerçant une pression dans la direction de l'axe de rotation. L'autre extrémité de l'axe 15 appuie sur la plaque 7; elle a une forme telle qu'elle puisse maintenir l'huile de lubrification qu'on met à cet endroit de manière à éviter tout grippage. Le frottement se fait, sur la plaque 7, sur un diamètre relativement grand. Un petit ressort à boudin 17' (fig. 5) relie électriquement le pendule au support 9. Ce ressort 17' est disposé de façon que son axe se confonde avec l'axe d'oscillation du pendule et il n'apporte aucune perturbation dans la marche et travaille dans de bonnes conditions.

Le ressort 17, appuyant sur l'axe en un point où la vitesse linéaire est nulle, il n'y a pas de frottement et d'altération des surfaces. Toutes ces conditions permettent donc de relier électriquement d'une façon parfaite le doigt conducteur.

La bague 14 se trouve disposée entre deux petites tiges 18 et 19 (fig. 6) respectivement fixées sur les plaques 20 et 21 représentées séparément sur les fig. 7 et 8. Ces plaques sont fixées sur une équerre 22, au moyen des vis 23 et 23'. La tige 19 est de préférence constituée d'un métal peu oxydable. L'équerre 22 est elle-même fixée sur la plaque de base 11.

La plaque 20 est isolée électriquement grâce aux plaques isolantes 24 et 24' et aux rondelles isolantes 25.

Sur la plaque 11 est également fixée une bobine 26 (fig. 2), composée de deux parties 26<sup>1</sup> et 26<sup>2</sup> montées en série mais enroulées en sens inverse l'une de l'autre. La partie 26<sup>1</sup> embrasse l'une des extrémités polaires de l'aimant 2 lorsque le pendule est vertical.

La largeur de la demi-bobine 26<sup>1</sup> est relativement faible; elle est telle que, lorsque le pendule oscille à son amplitude normale, le flux magnétique traversant la bobine ne varie sensiblement qu'au voisinage de la verticale.

Lorsque le pendule est en fin de course dans le sens de la flèche *f* (fig. 2), l'extrémité polaire se trouve hors de la bobine; le flux traversant la bobine est égal à celui de l'aimant et reste à peu près indépendant de l'angle fait par le pendule au delà d'une certaine valeur (3 à 4° dans le cas de la figure). De même, lorsque le pendule se déplace, en sens inverse de la flèche *f*, du même angle au delà de la verticale, l'extrémité polaire sort complètement de la bobine et le flux magnétique traversant celle-ci est sensiblement nul. Il s'ensuit que lorsque la bobine est parcourue par un courant pendant toute la durée du parcours du pendule dans le sens *f*, il ne peut y avoir production d'un travail électro-magnétique que dans le voisinage de la verticale. La bobine 26<sup>2</sup> est disposée à droite de la bobine 26<sup>1</sup> de façon qu'aux faibles amplitudes, la bobine 26<sup>2</sup> soit en dehors du champ magnétique de l'aimant et que le flux de ce dernier traverse seulement ses spires lorsque le pendule se déplace suffisamment loin vers la droite. On peut de plus, symétriquement de la bobine 26<sup>2</sup> par rapport à la verticale, disposer une bobine en court-circuit ou simplement un tube métallique 27 (de préférence en cuivre électrolytique à haute conductibilité).

La source d'électricité est constituée par une pile 28 disposée à l'arrière de la boîte *A*; les bornes 29 et 30 de cette pile sont mises en contact avec deux lames formant ressort 31 et 32. Ces lames sont fixées sur la plaque de base 11 et elles sont isolées électriquement.

L'une des extrémités de l'enroulement 26<sup>1</sup> et 26<sup>2</sup> est reliée à la masse, l'autre extrémité est reliée au ressort de contact 31. Le ressort 32 est relié à la plaque isolée 20.

Le pendule, dans ses courses dans le sens *f*, fait tourner une roue à rochet 35 (fig. 6) au moyen d'un cliquet 34 fixé sur un axe 35 pivoté sur la pièce 4 du pendule. La roue 33 commande les aiguilles *A*<sup>1</sup> *A*<sup>2</sup> *A*<sup>3</sup> par l'intermédiaire d'un train d'engrenages (fig. 1).

Le fonctionnement est le suivant:

A chaque course du pendule dans le sens *f*, le doigt conducteur 13 touche la tige 19. Il y a fermeture du circuit comprenant la pile et les enroulements 26<sup>1</sup> et 26<sup>2</sup> pour produire une force électro-magnétique. Les enroulements ainsi que le sens de l'aimantation permanente de l'aimant 2 ont été déterminés pour que cette force soit dirigée dans le sens *f* du mouvement et que le travail électro-magnétique produit soit supérieur aux résistances passives.

Dans ces conditions, l'amplitude tend à croître, mais l'augmentation est limitée par l'action de l'enroulement 26<sup>2</sup> et du tube 27. Ces derniers donnent naissance aux grandes amplitudes à une action antagoniste, permettant d'obtenir un régime d'entretien très stable, comme il a été indiqué précédemment. Cette action retardatrice est automatiquement supprimée si l'amplitude décroît par suite d'un affaiblissement de la pile ou d'une augmentation des frottements. On dispose alors de l'excès de la force motrice pour maintenir le fonctionnement.

On remarquera que l'articulation prévue pour le pendule se comporte comme une suspension ordinaire à couteau dans laquelle l'arête du couteau est légèrement arrondie. Il y a roulement et non frottement (fig. 10). Dans ces conditions, il n'y a pas d'usure comme il s'en produit avec des pivots ordinaires.

La disposition indiquée sur les dessins (fig. 1, 2 et 3) montre que tous les organes sont groupés dans un volume réduit,

Pour modifier la fréquence des oscillations et par suite faire avancer ou retarder la pendule on a prévu deux dispositifs :

1° Une masse 36 mobile sur une tige 36' fixée à l'extrémité du pendule (fig. 1);

2° Une butée 37 fixée sur un levier 38 (fig. 2) mobile en 0, butée sur laquelle vient agir un ressort à lame 39 fixé sur le pendule. En faisant tourner le levier 38 on modifie la position de la butée et par suite le couple s'exerçant sur le pendule du fait du ressort 39.

La pile 28 est fixée sur une plaque 40 reliée à la plaque de base 11 par l'intermédiaire des piliers 41. Cette plaque porte un orifice *p* (fig. 1 et 3) dont on a relevé les bords *m n* de manière à servir de guide et de support à la pile. Celle-ci est maintenue en position par un bras 42 pivotant autour d'un axe 45. Sur la plaque 40 est articulé un bras 43 mobile autour d'un axe 44; ce bras permet d'immobiliser le pendule pour le transport, comme l'indique la fig. 3.

Le mouvement peut être protégé par une glace 46 et un couvercle arrière 47. La fixation du mouvement dans la boîte *A* est assurée par des crochets tels que 48 (fig. 3) articulés autour des vis 49 servant également à la fixation de la plaque 40 sur les piliers 41. L'extrémité des crochets s'engage dans des trous de la boîte *A*.

Le couvercle 47 est simplement retenu par des ressorts 50 (fig. 1) et il peut être ouvert très facilement.

Tous les organes délicats sont compris entre les plaques 11 et 40. La plaque 40 porte des ouvertures 51, 52 permettant de manœuvrer de l'arrière de la pendule le levier de réglage 38 et le levier 43 d'immobilisation du pendule, après avoir retiré le couvercle 47. La pile 28 est mise en contact avec les lames 31 et 32 par son simple engagement dans la position de la fig. 4.

On voit que tous les organes sont simples, robustes et facilement démontables. Pour retirer le mouvement de la boîte *A*, il suffit de faire tourner les crochets 48 dans le sens *f<sup>3</sup>* (fig. 3), et de tirer la plaque 40. Tous les organes sont alors parfaitement accessibles..

On obtient ainsi un appareil d'une fabrication simple et économique.

Sur les fig. 11, 12 et 13 on a représenté une variante de réalisation de l'interrupteur chargé d'établir le courant dans les courses du pendule dans un seul sens. Au lieu du doigt 13, solidaire de l'axe 15, représenté fig. 5, on emploie deux petites tiges 53 et 54 fixées sur une pièce 55, laquelle est elle-même fixée sur l'axe 15 au moyen de la vis 56. Les tiges 18 et 19 de contact fixe représenté fig. 6, 7 et 8 se trouvent disposées entre les tiges 53 et 54 et à une faible distance de celles-ci.

L'extrémité de l'axe 15 a la forme représentée fig. 11 et 13. Elle s'engage dans un trou de la pièce 4 ayant la forme représentée en coupe sur la fig. 11. L'axe 15 appuie sur la pièce 4. Le contact s'effectue sur une surface annulaire de diamètre relativement grand et la forme du trou assure dans de bonnes conditions le maintien de l'huile de graissage.

Le fonctionnement se fait dans des conditions analogues à celles du doigt 13. Dans les courses du pendule dans un sens, la tige 53 appuie sur la tige 19 et le courant passe, tandis que dans les courses en sens inverse la tige 54 appuie sur la tige 18 et le courant est interrompu.

Les fig. 14 et 15 montrent une forme d'exécution comportant un dispositif de réglage permettant de faire avancer ou retarder la pendule sans avoir à toucher à aucun organe du mouvement.

Le mouvement avec sa boîte *A* est fixé dans une cage 57 munie à l'arrière d'une porte 58 qui permet d'engager la pile 28. En outre, sur cette porte est fixé un aimant 59, que l'on peut faire tourner devant un cadran gradué fixe 60. Lorsque cet aimant est disposé verticalement, c'est-à-dire perpendiculairement à l'aimant 2 du pendule, il n'a sensiblement pas d'influence sur la période d'oscillation. Par contre, lorsqu'on l'incline d'un certain angle à droite ou à gauche, on augmente ou on diminue la durée des oscilla-

tions, et, par suite, on fait retarder ou avancer la pendule. L'effet d'avance ou de retard croît avec l'angle d'inclinaison, et il est maximum lorsque l'aimant de réglage est horizontal. Cet effet est dû aux attractions ou répulsions magnétiques s'exerçant entre l'aimant du pendule et l'aimant de réglage. On donne de préférence à ce dernier la forme d'une aiguille dont la pointe se trouve vis-à-vis de la graduation du cadran. Cet aimant est constitué par une matière magnétique à force coercitive très élevée, telle que l'acier au cobalt-chrome.

#### REVENDICATION :

Horloge électro-magnétique de petites dimensions, du type dans lequel le pendule porte un aimant en forme d'arc de cercle dont l'une des extrémités pénètre à chaque oscillation dans une bobine alimentée périodiquement au moyen d'une pile et d'un interrupteur actionné par le pendule, caractérisée par la combinaison du fait que le pôle de l'aimant pénètre dans la bobine dont la longueur est faible, au passage du pendule à la verticale, de manière que l'effort moteur ne s'exerce qu'à ce moment, et du fait qu'elle comporte un dispositif de freinage électro-magnétique croissant rapidement avec l'amplitude des oscillations et un interrupteur fermé pendant toute la durée des oscillations d'un sens déterminé, placé très près de l'axe d'oscillation du pendule et n'introduisant qu'une faible résistance mécanique.

#### SOUS-REVENDICATIONS:

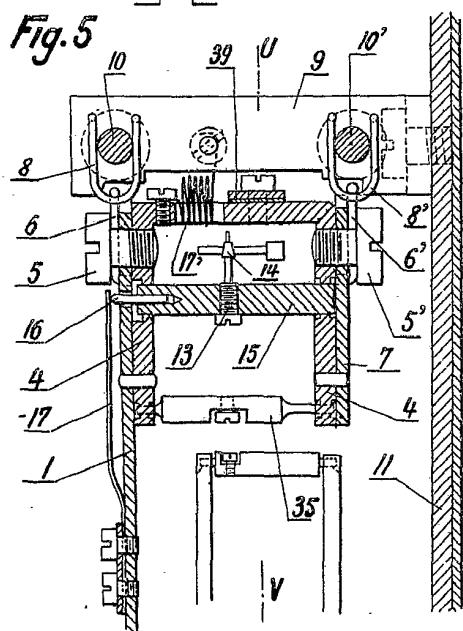
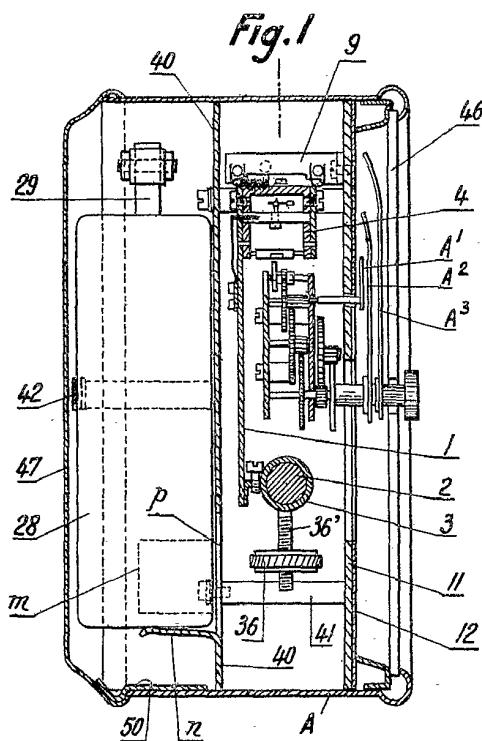
1. Horloge électro-magnétique suivant revendication, caractérisée par le fait que l'interrupteur comporte des petites tiges parallèles de poids inférieur à environ 1 gr, portées par un axe pivoté avec freinage sur le pendule près de l'axe de rotation de celui-ci, et placées entre deux contacts fixes

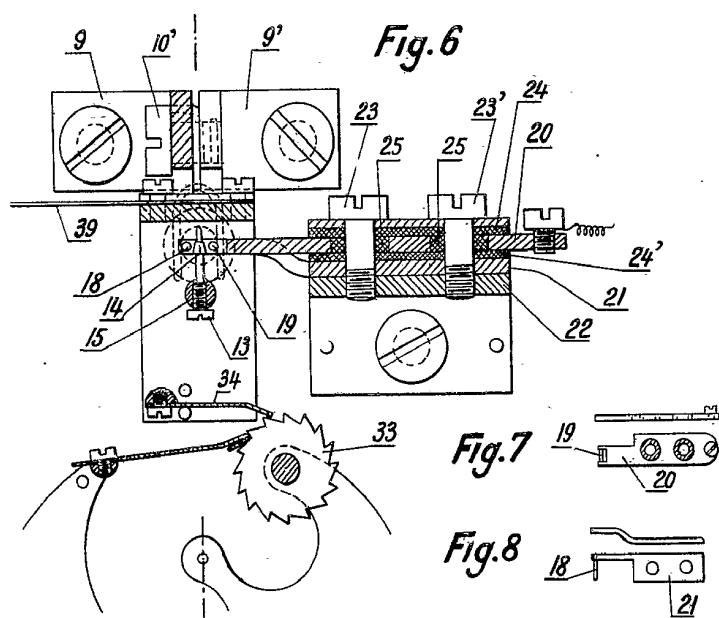
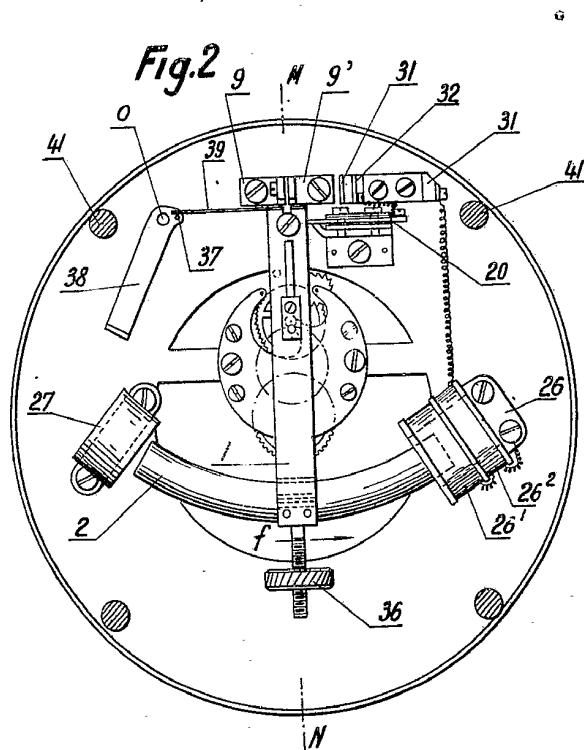
disposés à une distance de l'axe de rotation du pendule inférieure à environ 5 mm et dont l'un est intercalé dans le circuit électrique, le pivotement de l'axe portant les petites tiges, sur le pendule, se faisant dans un étrier formant le haut du pendule et qui porte également le cliquet qui fait avancer la roue à rochet commandant le mécanisme, un ressort à lame amenant le courant à l'interrupteur et appuyant sur le bout de cet axe, sur une petite surface; l'autre extrémité de cet axe formant surface de frottement contre l'autre branche de l'étrier qui est pourvue de rigoles concentriques à l'axe de façon que le frottement se fasse sur une surface annulaire huilée, d'environ 2 mm de largeur.

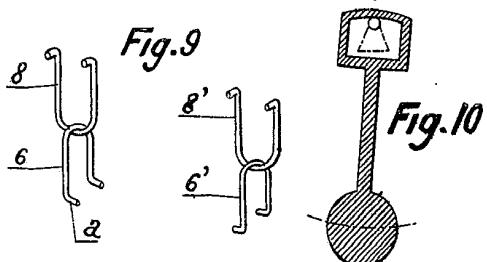
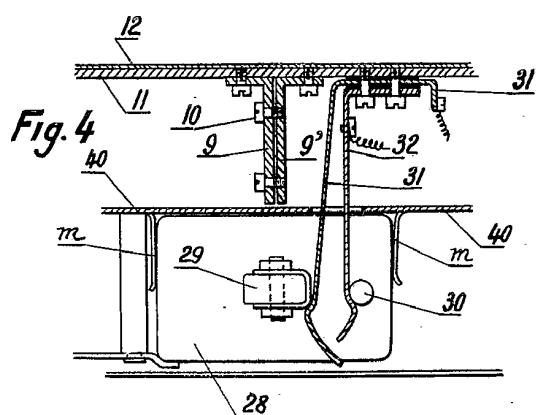
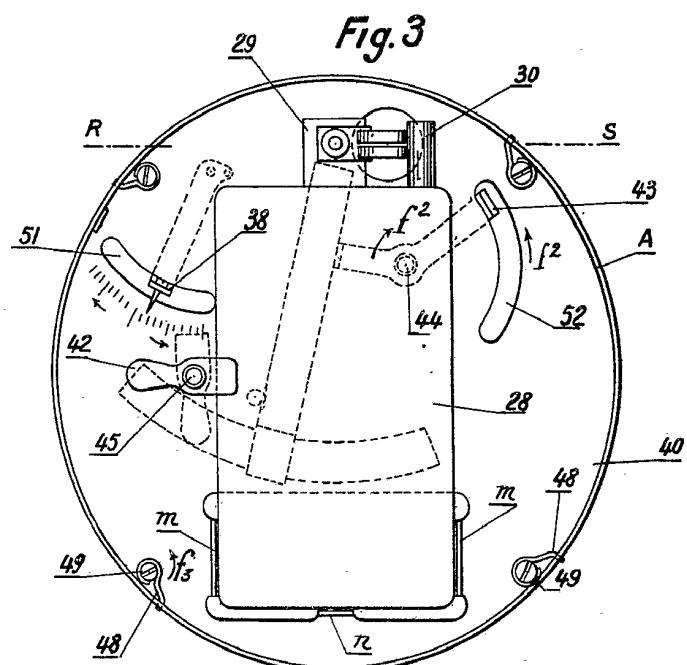
- 2 Horloge électro-magnétique suivant revendication, caractérisée par le fait que le dispositif de freinage électro-magnétique est placé de telle façon que l'un des pôles de l'aimant y pénètre au moment où le pendule arrive à son plus grand éloignement normal de la verticale.
- 3 Horloge électro-magnétique suivant revendication et sous-revendication 2, caractérisée par le fait que le dispositif de freinage électro-magnétique est constitué par une deuxième bobine en série avec la première et ayant une polarité inverse.
- 4 Horloge électro-magnétique suivant revendication et sous-revendication 2, caractérisée par le fait que le dispositif de freinage électro-magnétique est constitué par une bobine en court-circuit.
- 5 Horloge électro-magnétique suivant revendication et sous-revendication 2, caractérisée par le fait que le dispositif de freinage électro-magnétique est constitué par un tube métallique.

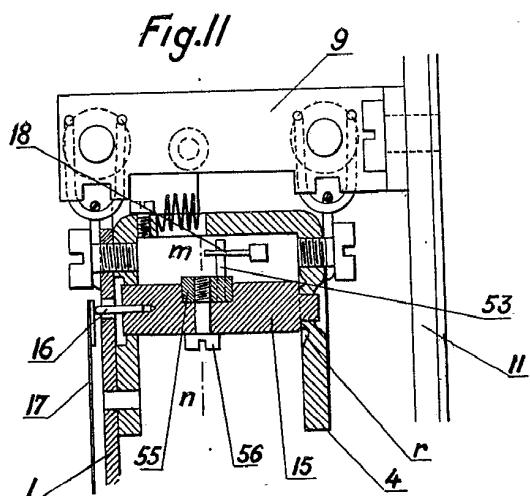
ÉTABLISSEMENTS Léon HATOT.

Mandataire : H. CHAPONNIÈRE, Genève.

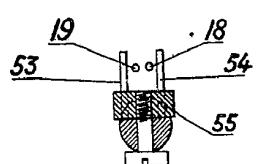




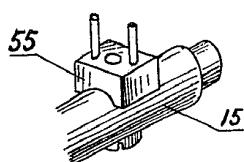




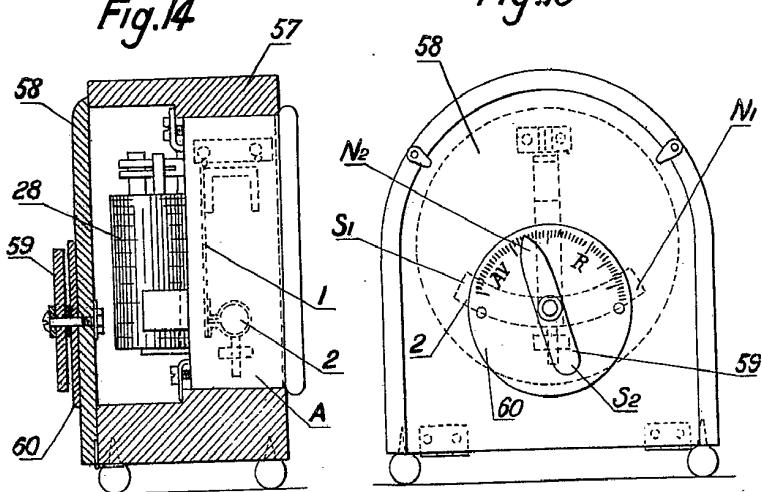
*Fig. 12*



*Fig. 13*



*Fig. 14*



*Fig. 15*

